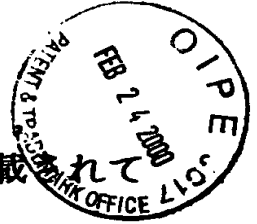


#3
4/22/00
Tiz

100-100000 01

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 2月17日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第038281号

出 願 人

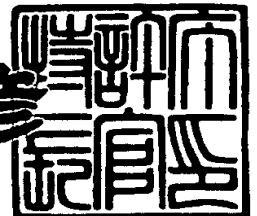
Applicant (s):

パイオニア株式会社

1999年10月29日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平11-3074678

【書類名】 特許願

【整理番号】 PPN98110

【提出日】 平成11年 2月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 分布帰還型半導体レーザ素子及びその製造方法

【請求項の数】 5

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

 【氏名】 武井 清

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

 【氏名】 陳 農

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

 【氏名】 渡部 義昭

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

 【氏名】 竹間 清文

【特許出願人】

 【識別番号】 000005016

 【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100079119

 【弁理士】

【氏名又は名称】 藤村 元彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 016469

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006557

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 分布帰還型半導体レーザ素子及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ基板と、グレーティング層と、絶縁層と、電極層とがこの順で積層した分布帰還型半導体レーザ素子であって、前記絶縁層は、前記レーザ素子の共振器形成方向に沿って前記グレーティング層に達する貫通溝を有し、前記電極層は、前記グレーティング層及び前記クラッド層に接していることを特徴とする分布帰還型半導体レーザ素子。

【請求項 2】 前記レーザ基板は、少なくとも InGaAsP からなる導波層と、p-InP からなるクラッド層とからなり、前記グレーティング層は、InGaAs からなることを特徴とする請求項 1 記載の分布帰還型半導体レーザ素子。

【請求項 3】 前記クラッド層の厚さは、 $0.5\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 2 記載の分布帰還型半導体レーザ素子。

【請求項 4】 少なくとも導波層とクラッド層とを含むレーザ基板を形成する工程と、前記レーザ基板の頂面上にグレーティング層を形成する工程と、前記グレーティング層の上にレーザ素子の共振器形成方向に沿って前記グレーティング層に達する貫通溝を有する絶縁層を形成する工程と、前記絶縁層の上に高屈折材料からなる電極層を形成する工程と、前記レーザ基板の底面に電極層を形成する工程と、からなることを特徴とする分布帰還型半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項 5】 前記グレーティング層を形成する工程は、前記レーザ基板のクラッド層上にコンタクト層を形成する工程と、前記コンタクト層の一部をリソグラフィ法によって除去して、レーザ素子の共振器形成方向に沿って周期的に並ぶ複数の互いに平行なリッジを形成する工程と、からなることを特徴とする請求項 4 記載の分布帰還型半導体レーザ素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、分布帰還型 (Distributed FeedBack:DFB) 半導体レーザ素子の製造方法及び分布帰還型半導体レーザ素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

分布帰還型半導体レーザ素子は、光CATV等の光通信システムや、SHG (Second Harmonic Generation) 素子を用いた短波長レーザ、又は小型固体レーザのポンプ光源や、光計測分野等に応用され得る素子として知られている。

図1は、従来の分布帰還型半導体レーザ素子を示した図である。 n^+ -InPからなる基板1上には、 n -InPからなる下部クラッド層2及びそれぞれ組成の異なるInGaAsPからなる下部ガイド層3、活性層4、上部ガイド層5が積層している。さらに上部ガイド層5の上には、リッジを一部に有する p -InPからなる上部クラッド層6が配されている。この上部クラッド層6のリッジの両側平坦部にはグレーティングに加工されたグレーティング層6aが設けられており、また、リッジの頂部には、InGaAsPからなるコンタクト層7が配されている。グレーティング層6a上には、水ガラスなどのケイ素化合物からなる無機保護層8が配されている。また、コンタクト層7の上及び基板1の下部にはそれぞれ電極20及び21が形成されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

従来の分布帰還型半導体レーザ素子では、発生した光を三次元的に閉じ込めるためにリッジを形成していた。しかしながら、かかるリッジの形成工程及びリッジの頂部に電極を設けるための窓を高精度にアライメントを取りながら開ける工程は、非常に煩雑であって、コストを上昇させる原因となっていた。

【0004】

本発明は上述の問題点に鑑みてなされたものであって、簡単な工程によって容易に製造することのできる分布帰還型半導体レーザ素子及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明による分布帰還型半導体レーザ素子は、レーザ基板と、グレーティング層と、絶縁層と、電極層とがこの順で積層した分布帰還型半導体レーザ素子であ

って、前記絶縁層は、前記レーザ素子の共振器形成方向に沿って前記グレーティング層に達する貫通溝を有し、前記電極層は、前記グレーティング層及び前記クラッド層に接していることを特徴とする。

【0006】

また、本発明による分布帰還型半導体レーザ素子の製造方法は、少なくとも導波層とクラッド層とを含むレーザ基板を形成する工程と、前記レーザ基板の頂面上にグレーティング層を形成する工程と、前記グレーティング層の上にレーザ素子の共振器形成方向に沿って前記グレーティング層に達する貫通溝を有する絶縁層を形成する工程と、前記絶縁層の上に高屈折材料からなる電極層を形成する工程と、前記レーザ基板の底面に電極層を形成する工程と、からなることを特徴とする。

【0007】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施例について図2から図8に基づいて説明する。

図2に示すように、 n^+ -InPからなる基板1上にn-InPからなる下部クラッド層2、それぞれ組成の異なるInGaAsPからなる下部ガイド層3、活性層4、上部ガイド層5（以下、この3層をまとめて導波層と称する。）、p-InPからなる上部クラッド層6がこの順で積層されている。上部クラッド層6の上には、InGaAsからなるコンタクト層7がグレーティング層7aを形成し、このグレーティング層7aは、断面略矩形状の複数のリッジが、レーザの共振器を形成する方向に周期構造を有している。ここで、上部クラッド層6の一部にもグレーティングを形成して、コンタクト層7へ連続的にグレーティングが形成されていてもよい。さらにグレーティング層7aの上には、共振器の形成方向と平行にストライプ状に水ガラスなどのケイ素化合物からなる2本の無機保護層8がグレーティング層7aに達する貫通溝を有して配されている。さらに、無機保護層8上及び無機保護層8の貫通溝部分のグレーティング層7a上には、TiやCrといった高い屈折率を有する金属からなるp側電極層20が配されている。貫通溝部分では、グレーティング層7aを介して電極層20を構成する金属材料が進入して、上部クラッド層6に電極層20の一部が接している。また、基板1の底面にはn側電極層21が形成されている。

【0008】

かかる構成において、導波層中で発生した光は、上部クラッド層6に接して存在する高屈折率の電極層20によって、この方向に閉じ込められるのである。故に、上部クラッド層6の厚さは、導波層で発生した光が上部クラッド層6を間に挟んで電極層20と相互作用を有し得る程度に薄くなければならず、この厚さは $0.5\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0009】

次に、本発明のレーザ素子の製造方法について説明する。

図3及び4に示すように、(100)面方位を有するInP結晶基板のウェハを用意する。この表面を化学エッチングによって清浄した後に、エピタキシャル成長法、液相成長法、有機金属気相成長法、分子線成長法などでSCH(Separate Confinement Hetero-structure)構造活性層領域、クラッド層、コンタクト層などを形成する。例えば、 n^+ -InP基板1の(100)面上に n -InPからなる下部クラッド層2を任意厚さだけ成膜し、この上に組成の異なる $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ からなる下部ガイド層3、活性層4、上部ガイド層5を3層あわせた厚さが $0.2\mu\text{m}$ となるように成膜する。さらに、 p -InPからなる上部クラッド層6を成膜する。前述のように、上部クラッド層6の厚さは、導波層中で発生した光が上部クラッド層6上の高屈折率の電極層20と相互作用をなすための厚さ以下でなければならず、 $0.5\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。さらに、クラッド層6上には、 p -InGaAsP又は p^+ -InGaAsからなるコンタクト層7を成膜して、レーザ構造を有する多層構造基板を形成する。

【0010】

さらに、この多層構造基板の上から SiO_2 からなる保護膜11を形成する。保護膜11は、多層構造基板内のP脱離の防止及びエッチングマスク用である。また、保護膜11は、次工程の高温バークが必要な高解像度EBレジストの均一な膜を得るためにも有用である。次に、保護膜11上にEB描画用レジストをコーティングして、その後、バークしてレジスト層12を形成する。

【0011】

ここで、EB描画は、レーザ発振波長に合わせた周期で、ラインを基板1の結

晶方位の $[0\ 1\ 1]$ 方向に沿って描画し、レジスト層12上において基板1の $[0\ -1\ 1]$ 方向に周期 Λ で変化する周期構造を有するグレーティングの潜像を形成する。

DFB半導体レーザでは、一般にレーザ光が伝搬する方向に周期 Λ で変化する周期構造が形成され、そのため屈折率も周期的に変化し、周期的に反射されてくる光の位相が一致する波長で反射率が高くなり（ブラッグ反射）、レーザ発振が起こる。よって分布帰還半導体レーザの発振波長は周期構造の周期 Λ によって決まり、一般に $\Lambda = m\lambda / 2n$ を満たす条件において単一縦モードが得られる。なお m は整数、 λ は真空中における発振波長及び n はレーザ媒体の実効屈折率を示す。ここにおいて、該レーザは、活性層4、クラッド層2及び6の屈折率、膜厚、アスペクト比、更に共振器（劈開面）の反射率、更には横方向の光結合率をも勘案して、周期 Λ は決定される。

【0012】

グレーティング層7aの形成工程として、 CF_4 ドライエッチングによって SiO_2 保護膜11上にレジスト層12のグレーティングを転写し、 $\text{p}^+\text{-InGaAs}$ からなるコンタクト層7を Cl_2 ドライエッチングによって、断面略矩形状のグレーティング層7aを形成する。さらに、保護膜11を除去する。グレーティング層7aの形成は、フォトリソグラフィー法その他、電子線リソグラフィー法であっても良い。

【0013】

次に、図5及び6に示すように、グレーティング層7aの上に珪素化合物などを塗布し、これを硬化させて無機保護層8を形成する。さらに、この上から、 InP 結晶基板1の $[0\ 1\ 1]$ 方向に沿って間隔をあけてストライプ状に SiO_2 、 TiO_2 等からなるレジストマスク13を付与する。該間隔は、貫通溝の横幅を規定するが、これは導波層で発生した光をこの横方向に閉じ込めるのに関連している。グレーティング層7aの表面が露出するまで無機保護層8をエッチングした後、レジストマスク13を除去すると、無機保護層8には貫通溝が形成される。

【0014】

次に、図7に示すように、無機保護層8及びグレーティング層7a上に高屈折率を有する Ti/Au からなるp側電極層20を蒸着する。さらに、基板1であって、導波層等を形成した面と反対側の底面を研磨して Ti/Au からなるn側電極層21を蒸

着してバルクを得る。

次に、図 8 に示すように、上述のようにして形成されたバルクの端部に、レーザ波長に対応した長さでスクライブ 14 を入れ、このスクライブ 14 を起点にバー状体 15 に小割りする。さらに、共振器を形成する方向の端面 16 及び 17 に A R コーティング及び H R コーティングを付与して、さらに所定の形状にへき開して分布帰還型半導体レーザ素子 18 を得る。

【 0 0 1 5 】

図 9 は、以上のようにして得られた半導体レーザ素子の共振器形成方向に垂直な面におけるパワー分布を示した図である。ここでは導波層の中心を原点としている。また、上部クラッド層 6、コンタクト層 7、無機保護層 8 の厚さ及び貫通溝の横幅は、それぞれ $0.4\mu\text{m}$ 、 $0.05\mu\text{m}$ 、 $0.5\mu\text{m}$ 、 $4\mu\text{m}$ である。発生したレーザ光は、絶縁層の貫通溝部分の下部において三次元的に閉じ込められていることがわかる。

【 0 0 1 6 】

【発明の効果】

本発明によれば、リッジを形成しなくても発生した光の三次元閉じ込めを達成することができる。故に、リッジを形成する煩雑な工程等を必要としないため生産効率が上がる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

従来の分布帰還型半導体レーザ素子を示す斜視図である。

【図 2】

本発明による分布帰還型半導体レーザ素子を示す斜視図である。

【図 3】

本発明による製造方法におけるグレーティング層を形成する工程でのレーザ基板の斜視図である。

【図 4】

本発明による製造方法におけるグレーティング層を形成した状態での基板の斜視図である。

【図 5】

本発明による製造方法における絶縁層の貫通溝を形成する工程でのレーザ基板の斜視図である。

【図 6】

本発明による製造方法における絶縁層の貫通溝を形成した状態でのレーザ基板の斜視図である。

【図 7】

本発明による製造方法における電極を蒸着した状態でのレーザ基板の斜視図である。

【図 8】

本発明による製造方法において、レーザ基板上にグレーティング層、絶縁層及び電極層を積層して得られたバルクを小割して最終製品である半導体レーザ素子を得る工程を示す斜視図である。

【図 9】

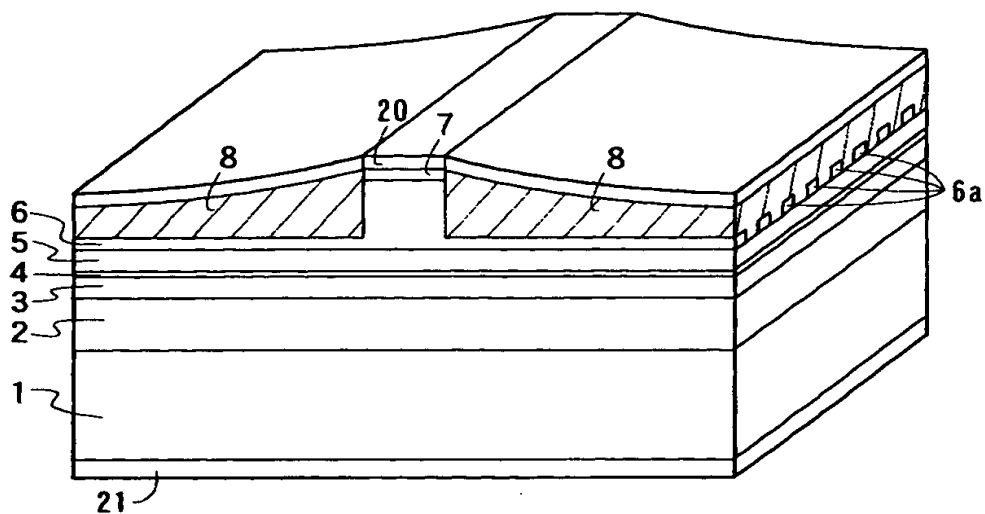
本発明の半導体レーザ素子のパワー分布を示す図である。

【主要部分の符号の説明】

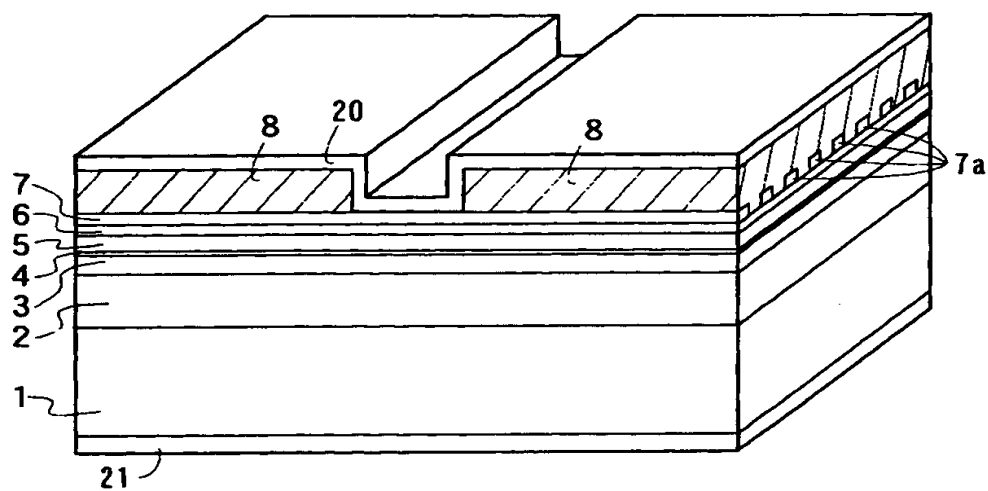
- 1 基板
- 2 下部クラッド層
- 3 下部ガイド層
- 4 活性層
- 5 上部ガイド層
- 6 上部クラッド層
- 7 コンタクト層
- 6a、7a グレーティング層
- 8 無機保護層
- 11 SiO₂保護膜
- 12 レジスト
- 18 半導体レーザ素子
- 20、21 電極層

【書類名】 図面

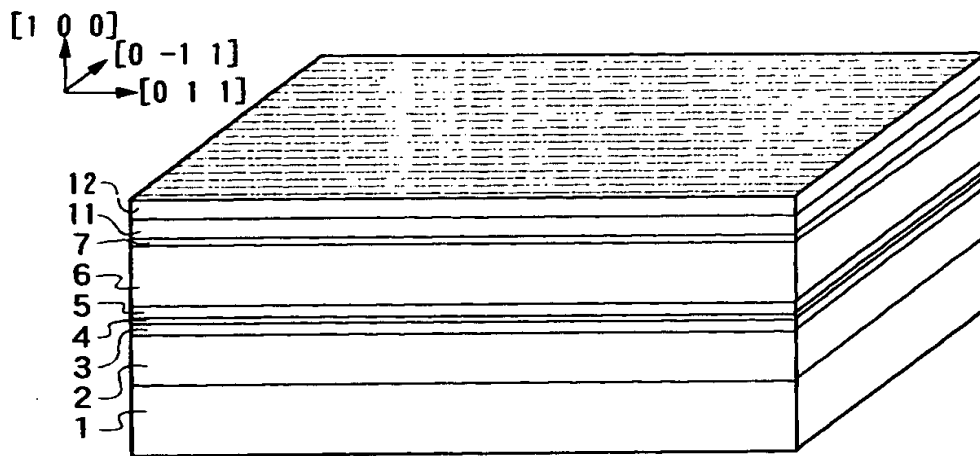
【図 1】



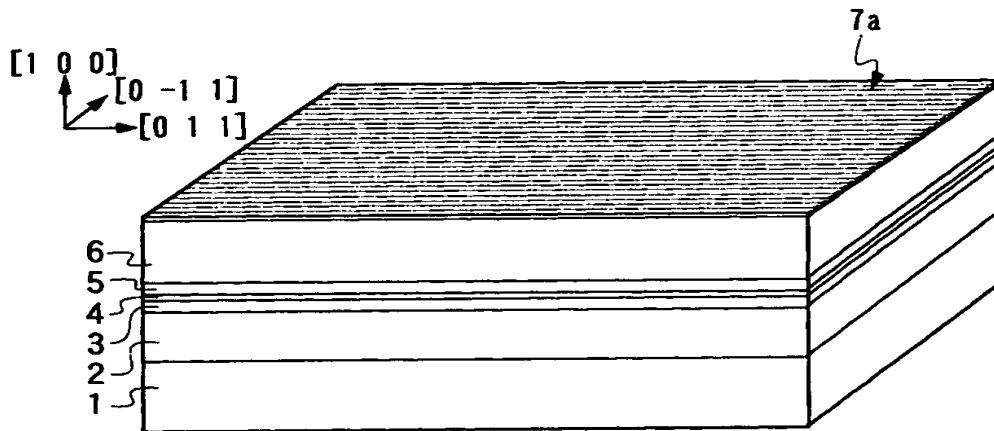
【図 2】



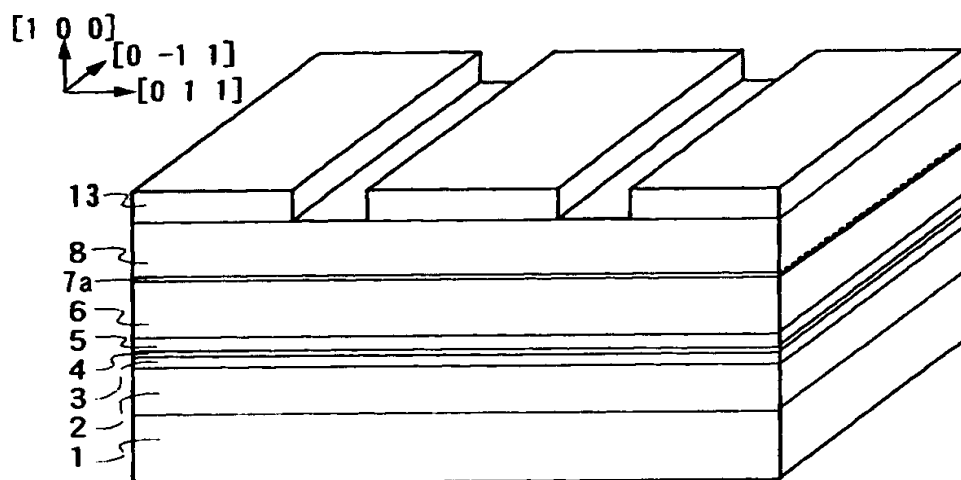
【図 3】



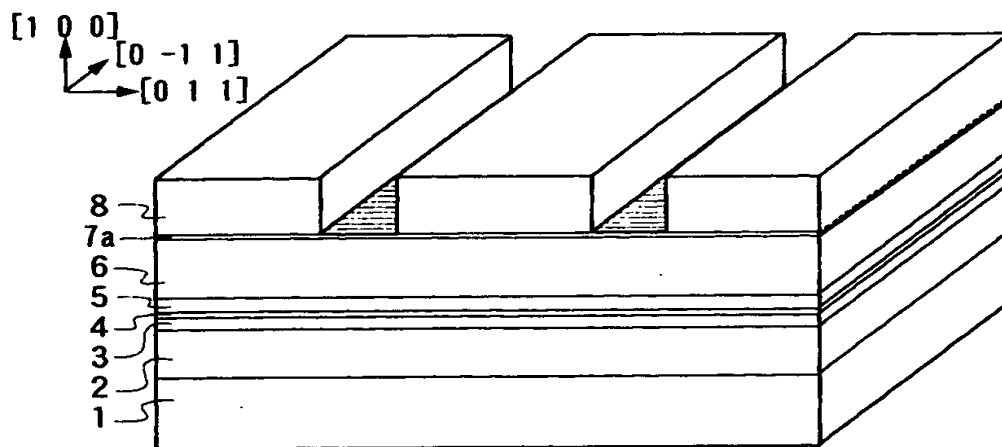
【図 4】



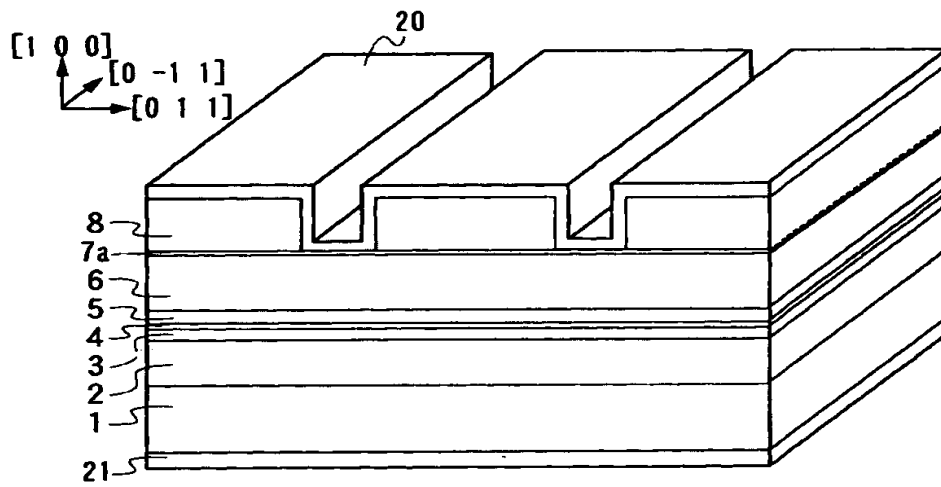
【図 5】



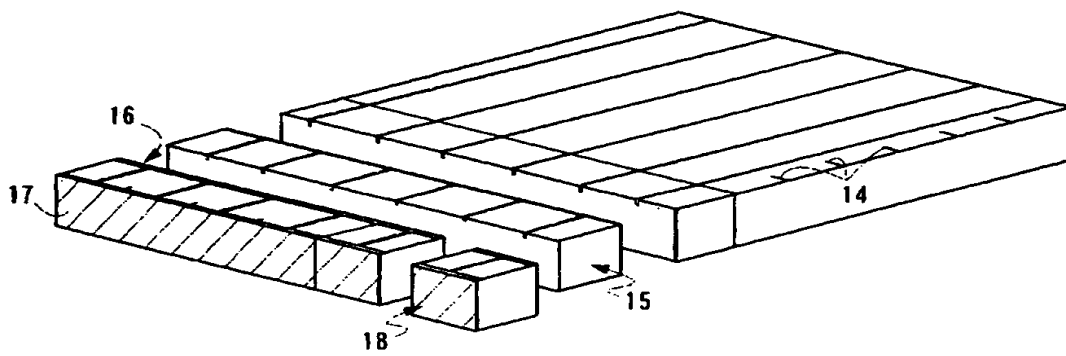
【図 6】



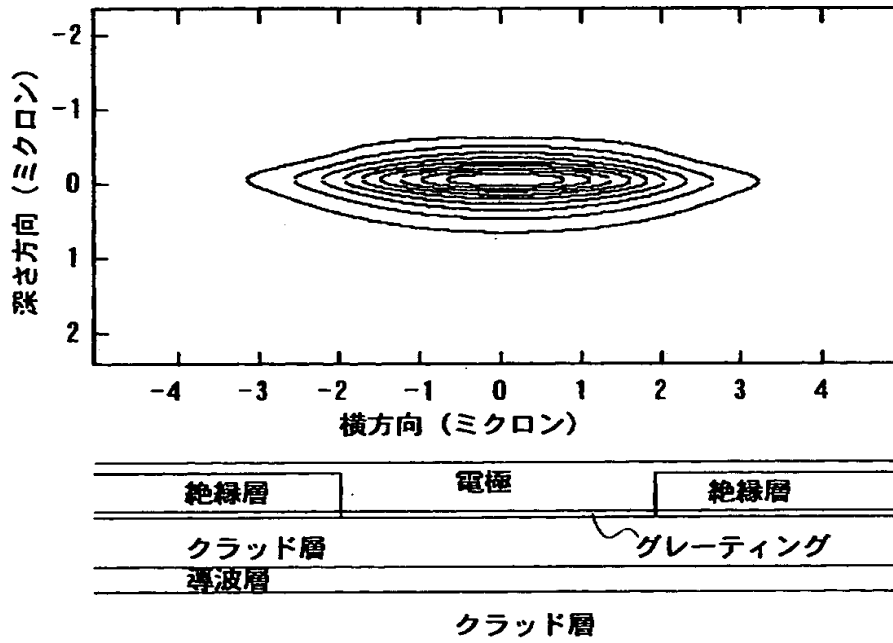
【図 7】



【図 8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 リッジを形成することなく、簡単な工程によって容易に製造することのできる分布帰還型半導体レーザ素子及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 レーザ基板と、グレーティング層と、絶縁層と、電極層とがこの順で積層した分布帰還型半導体レーザ素子であって、前記絶縁層は、前記レーザ素子の共振器形成方向に沿って前記グレーティング層に達する貫通溝を有し、前記電極層は、前記グレーティング層及び前記クラッド層に接していることを特徴とする。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

{000005016}

1. 変更年月日

1990年 8月31日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

氏 名

パイオニア株式会社